

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/DK05/000118

International filing date: 22 February 2005 (22.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DK
Number: PA 2004 00275
Filing date: 23 February 2004 (23.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 16 March 2005 (16.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse



DK / 05 / 118

Kongeriget Danmark

Patent application No.: PA 2004 00275

Date of filing: 23 February 2004

Applicant: Geopal System A/S
(Name and address) Skelstedet 10 B
DK-2950 Vedbæk
Denmark

Title: Fremgangsmåde til nøjagtig massestrømsmåling

IPC: G 01 F 1/684; G 01 F 1/76

This is to certify that the attached documents are exact copies of the above mentioned patent application as originally filed.



Patent- og Varemærkestyrelsen
Økonomi- og Erhvervsministeriet

03 March 2005

Susanne Morsing
Susanne Morsing



PATENT- OG VAREMÆRKESTYRELSEN

23 FEB. 2004

PVS

Fremgangsmåde til nøjagtig massestrømsmåling**OPFINDELSENS OMRÅDE**

- 5 Denne opfindelse angår en fremgangsmåde til måling af massestrøm af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere kendte gaskomponenter, hvilken gas strømmer i et rør, hvor der er placeret en eller flere måleindretninger i tilslutning til røret, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin: bestemmelse af en eller flere af gassens parametre ved hjælp
- 10 af måleindretningen/måleindretningerne, og bestemmelse af massestrømmen af den ene gaskomponent ved hjælp af bestemmelsen af den ene eller de flere af gassens parametre. Opfindelsen angår endvidere anvendelse af fremgangsmåden samt en massestrømsmåler.

15 BAGGRUND FOR OPFINDELSEN

- Ved bestemmelse af massestrømmen af en eller flere gaskomponenter i en gas sammensat af en eller flere gaskomponenter er det almindeligt at antage at visse af gassens parametre, såsom temperatur, gassammensætningen,
- 20 masefylde, etc., er uændrede for at kunne bestemme massestrømmen af de enkelte gaskomponenter i den sammensatte gas.

- Imidlertid kan dette give anledning store måleusikkerheder, da disse gasparametre typisk kan variere over tid og derfor påvirke bestemmelsen af
- 25 massestrømmen af en eller flere af gassens enkelte gaskomponenter. Dette er naturligvis u hensigtsmæssigt, idet det f.eks. ved gæringsprocesser i bryggerier, rådneprocesser i rådnetanke, gasudtag fra biogasanlæg, etc., er formålstjenligt at kunne bestemme de enkelte gassers massestrøm nøjagtigt, enten for at kunne overvåge processen eller for at kunne pålægge eventuelle
- 30 brugere en afgift afhængigt af massestrømmen af den ene eller de flere af gaskomponenterne.

Derfor er der behov for en fremgangsmåde til måling af massestrømmen af en første gaskomponent i en sammensat gas, hvor fremgangsmåden har væsentlig reduceret måleusikkerhed i forhold til de kendte fremgangsmåder.

5

SAMMENFATNING AF OPFINDELSEN

Det har vist sig, at ovennævnte formål opnås med en fremgangsmåde af den indledningsvis nævnte type og som er ejendommelig ved at bestemmelsen af en eller flere af gassens parametre omfatter en kontinuerlig bestemmelse af alle de af gassens parametre, som anvendes i bestemmelsen af massestrømmen af den ene gaskomponent og som kan variere betydeligt som funktion af gassens sammensætning og/eller temperatur. Hermed opnås en bestemmelse af massestrømmen af den første gaskomponent med relativt lille måleunøjagtighed, idet de af gassens parameter, som anvendes i bestemmelsen af massestrømmen og som kan variere betydeligt som funktion af gassens sammensætning, nu bestemmes frem for at være sat til en forudbestemt værdi.

Ved kendte fremgangsmåder til måling af massestrømmen af en første gaskomponent i en sammensat har det været antaget, at gassens sammensætning var konstant hen over tid. Udtrykket "gassammensætning" dækker fordelingen mellem de forskellige kendte gaskomponenter i gassen. Denne fordeling kan være angivet i volumenprocenter eller i vægtprocenter. Dette er imidlertid ikke nødvendigvis tilfældet at gassammensætningen er konstant hen over tid og fremgangsmåden som beskrevet ovenfor tager således hensyn til at gassammensætningen kan variere hen over tid i bestemmelsen af massestrømmen, som således kan foretages med langt højere nøjagtighed end kendte fremgangsmåder.

30

Fortrinsvis er der i forbindelse med røret inkorporeret et rørlegeme, som er omgivet af et isolerende materiale og fortrinsvis omfatter fremgangsmåden yderligere et trin med tilførsel af en given mængde energi til gassen i rørlegemet. Hermed kan bestemmelse af ændringer af gassens parametre som funktion af den tilførte energi bidrage til at bestemme massestrømmen af den første gaskomponent. Energien E kan tilføres som energi tilført til rørlegemet, for eksempel ved tilledning, eller ved energi tilført til selve gassen, for eksempel ved et varmelegeme eller en varmestav i rørlegemet og i direkte kontakt med gassen. Udtrykket "et rørlegeme inkorporeret i forbindelse med røret" skal både dække, at rørlegemet kan udgøre en del af det rør, hvori gassens strømmer, samt at rørlegemet kan udgøre en afgrænsning fra røret, således at gassen ledes fra røret, igennem rørlegemet og tilbage til røret igen. Endelig kan udtrykket også dække en bestemt del af røret, i forbindelse med hvilken del der er knyttet måleindretninger til måling af massestrømmen af en gaskomponent i gassen.

Ifølge en foretrukken udførelsesform for fremgangsmåden omfatter den/de måleindretninger, som anvendes til bestemmelse af en eller flere af gassens parametre, en volumenprocentmåler og to temperaturmålere, hvor volumenprocentmåleren er placeret i eller i umiddelbar nærhed af rørlegemet og hvor den ene temperaturmåler er placeret ved indløbet til rørlegemet og den anden temperaturmåler er placeret ved udløbet fra rørlegemet.

Ifølge endnu en foretrukken udførelsesform for fremgangsmåden omfatter trinnet med bestemmelse af en eller flere af gassens parametre ved hjælp af måleindretninger bestemmelse af gassens temperatur ved indløbet til rørlegemet, og bestemmelse af gassens temperatur ved udløbet fra rørlegemet. Desuden kan den første gaskomponents volumenprocent af den samlede gas måles ved hjælp af volumenprocentmåleren og hermed kan værdierne af volumenprocenten af den første gaskomponent samt gassens temperatur ved indløbet til og udløbet fra rørlegemet bestemmes kontinuerligt

og deres aktuelle værdier kan derfor anvendes i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent.

Det foretrækkes, at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, består af gassammensætningen samt gassens temperatur T_1 ved indløbet til rørlegemet og gassens temperatur T_2 ved udløbet fra rørlegemet. Gassammensætningen bestemmes ved hjælp af volumenprocentmåleren, som bestemmer volumenprocenten af den første gaskomponent; ud fra denne bestemmelse kan gassammensætningen bestemmes. Ud fra gassens sammensætning og dens aktuelle temperatur kan gassens varmekapacitet fastlægges kontinuerligt og anvendes til en nøjagtig bestemmelse af massestrømmen af den første gaskomponent.

Ifølge en alternativ, foretrukken udførelsesform for fremgangsmåden omfatter måleindretningerne en differenstrykmåler og en volumenprocentmåler og at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent, omfatter trykdifferens over en restriktion samt den første gaskomponents volumenprocent. Således kan fremgangsmåden ifølge opfindelsen anvendes i forbindelse med en differenstrykmåler og en volumenprocentmåler, som er gængs måleudstyr til måling af massestrømmen.

Det foretrækkes, at måleindretningerne i fremgangsmåden ifølge opfindelsen desuden omfatter en temperaturmåler og at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent, desuden omfatter gassens temperatur. Når gassens tryk, temperatur og sammensætning kendes, kan dens massefylde beregnes. Gassens massefylde indgår i beregningen af massestrømmen af en gaskomponent ved anvendelsen af en differenstrykmåler, men traditionelt er det blevet antaget at gassens massefylde er konstant. Imidlertid varierer

gassens massefylde typisk betydelige som funktion af gassens temperatur og af gassens sammensætning, og derfor giver en kontinuerligt bestemt massefylde en langt nøjagtigere bestemmelse af gaskomponentens massestrøm i forhold til traditionelle metoder. Som beskrevet ovenfor
5 foretrækkes det således, at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, omfatter gassens massefylde. Det skal dog bemærkes, at massefylden typisk bestemmes på baggrund af kendskab til gassens temperatur, tryk og sammensætning. Desuden kunne Reynoldstallet for restriktionen også
10 måles, idet dette også kan variere og idet Reynoldstallet påvirker tryktabskoefficienten over restriktionen og dermed bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent. Imidlertid er variationen af tryktabskoefficienten forholdsvis begrænset.

15 Ifølge endnu en alternativ fremgangsmåde omfatter måleindretningerne omfatter en hotwire og en volumenprocentmåler. Hotwiren er en enkel strømningsmåler omfattende en elektrisk leder med temperaturafhængig elektrisk modstand anbragt i den gasstrøm, som der måles på. Hotwiren påtrykkes en spænding og strømstyrken igennem den måles og kan relateres
20 til temperaturen og således til den effekt, hotwiren har afgivet til gasstrømmen. Når hotwiren kombineres med en volumenprocentmåler, der f.eks. bestemmer den første gaskomponents volumenprocent, kan aktuelle værdier for gassens viskositet, gassens varmekapacitet, gassens varmeledningsevne, gassens massefylde og gassens temperatur, løbende
25 bestemmes. Således opnås betydeligt mere nøjagtige målinger af en gaskomponents massestrømning i forhold hvis der kun blev anvendt en hotwire.

I en alternativ udførelsesform, omfatter måleindretningerne desuden en
30 temperaturmåler, hvorved en præcis værdi for gassens temperatur kan opnås.

- I en foretrukken udførelsesform for fremgangsmåde omfatter de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, én eller flere af følgende: gassens viskositet, gassens varmekapacitet, gassens varmeledningsevne, gassens massefylde og gassens temperatur, den første gaskomponents volumenprocent. Herved opnås, som nævnt ovenfor, en nøjagtig bestemmelse af massestrømmen af den første gaskomponent.
- 10 Ifølge en foretrukken udførelsesform kan fremgangsmåden finde anvendelse til bestemmelse af massestrømmen af en første gaskomponent, som er i mætningstilstand. Når det vides, at en første gaskomponent er i mætningstilstand og når tryk og temperatur for den gas, som den første gaskomponent indgår i, kendes kan denne første gaskomponents
- 15 volumenprocent bestemmes ved beregning. I dette tilfælde er det ikke nødvendigt at måle denne gaskomponents volumenprocent. Hvis det for en tokomponentgas vides, at en første gaskomponent er i mætningstilstand, kan den anden komponents volumenprocent også beregnes. Hvis det for en gas med tre komponenter vides, at den første gaskomponent er i
- 20 mætningstilstand, kan volumenprocenten af én af de resterende gaskomponenter måles og den sidste volumenprocent kan beregnes. Således er det ved anvendelsen af fremgangsmåden på en gas, om hvilken det vides, at én af dens komponenter er i mætningstilstand, ikke nødvendigt at måle volumenprocenten af den mættede gaskomponent. En særlig
- 25 foretrukken anvendelse af fremgangsmåden er til gasser, hvor den første gaskomponent, som er i mætningstilstand, er vanddamp. Sådanne gasser kan for eksempel være biogasser.
- Opfindelsen angår desuden en massestrømsmåler til måling af massestrøm
- 30 af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere kendte

gaskomponenter, hvor massestrømsmåleren udfører fremgangsmåden som beskrevet ovenfor.

I en særligt hensigtsmæssig udførelsesform for massestrømsmåleren, 5 omfatter den et rørlegeme omgivet af et isolerende materiale, hvilket rørlegeme er indrettet til at blive forbundet med et rør, hvori en gas strømmer, hvilket rørlegeme har et indløb og et udløb for den strømmende gas, midler til tilførsel af energi til gas i rørlegemet, en temperaturmåler ved rørlegemets indløb, en temperaturmåler ved rørlegemets udløb og en 10 volumenprocentmåler. Den energi, der tilføres til gassen, er fortrinsvis en given mængde energi E, således at massestrømmen af de forskellige gaskomponenter kan beregnes nøjagtigt.

I det ovenstående er det antaget at den sammensatte gas er en gas 15 sammensat af kendte gaskomponenter, dvs. gaskomponenter med kendte parametre. Disse parametre omtales i denne beskrivelse også som "gassens parametre" eller "gasparametre" og disse udtryk dækker parametre for gassen såsom massefylde, varmekapacitet, viskositet, varmeledningsevne. Eksempler på sådanne kendte gaskomponenter kan være H_2O , CO_2 , CH_4 , 20 etc., hvis parametre kan findes i opslagsværker.

Det skal bemærkes, at udtrykket "variere betydeligt" skal forstås som "variere med mere end 5%", fortrinsvis "variere med mere end 10%".

25 Ovenfor er beskrevet anvendelsen af fremgangsmåden ifølge opfindelsen til bestemmelse af massestrømmen af en første gaskomponent i en gas. Det er underforstået, at fremgangsmåden naturligvis også kan anvendes til at bestemme massestrømmen af andre gaskomponenter i gassen, samtidig eller sideløbende.

30

DETALJERET BESKRIVELSE AF OPFINDELSEN

Opfindelsen vil nu blive beskrevet nærmere ved hjælp af en tegning, hvis figurer viser:

- 5 Figur 1 et generelt rutediagram over fremgangsmåden ifølge opfindelsen,

Figur 2 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler efter varmekapacitetsprincippet,

10

Figur 3 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler med en differenstrykmåler,

- 15 Figur 4 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler med en hotwire,

- 20 Figur 5 til 7 tre forskellige udførelsesformer for en massestrømsmåler ifølge opfindelsen og efter varmekapacitetsprincippet.

- Figur 1 viser et generelt rutediagram over fremgangsmåden ifølge opfindelsen. Fremgangsmåden anvendes til måling af massestrøm af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere gaskomponenter, men kan anvendes til samtidigt at bestemme massestrømmen af andre gaskomponenter i gassen. Rutediagrammet starter i trin 10 og i trin 20 ledes gassen ind i et rør, hvor der i tilslutning til røret er placeret en eller flere måleindretninger. Disse måleindretninger anvendes til i trin 30 kontinuerligt at bestemme en eller flere af gassens parametre, f.eks. volumenprocent, temperatur, tryk. Det skal bemærkes, at de af gassens parametre, som indgår i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent,
- 25
- 30

bestemmes løbende, og derved vil der også blive anvendt aktuelle værdier for de parametre, som kan variere betydeligt som funktion af gassens sammensætning, tryk og/eller temperatur. I trin 40 bestemmes massestrømmen ud fra gængs beregningsmetoder og ved hjælp af de

5 aktuelle værdier for de af gassens parametre, som anvendes i bestemmelsen af massestrømmen. Rutediagrammet slutter i trin 50. Typisk vil måleindretningerne være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden og typisk vil en beregningsenhed være forbundet til

10 lagerenheden og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden.

Figur 2 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler efter varmekapacitetsprincippet. Rutediagrammet i figur 2 viser således en

15 udførelsesform for fremgangsmåden vist i figur 1. Rutediagrammet starter i trin 110 og i trin 120 ledes gassen ind i et rørlegeme, som er inkorporeret i forbindelse med røret og som er omgivet af et isolerende materiale. Der er i denne udførelsesform placeret en første temperaturmåler ved indløbet til rørlegemet og en anden temperaturmåler ved udløbet fra rørlegemet.

20 Alternativt, kunne den første temperaturmåler være placeret før indløbet til rørlegemet, f.eks. kunne rørlegemets indløb være forbundet til en kedel i et bryggeri og den første temperaturmåler kunne være placeret i kedlen i stedet for i rørlegemet, hvis der kan ses bort fra et temperaturfald fra kedlen til rørlegemets indløb.

25 I trin 130 måles gassens temperatur T_1 ved hjælp af den første temperaturmåler, dvs. ved indløbet til rørlegemet, og i trin 140 tilføres en kendt mængde energi E til gassen. Denne energitilførsel kan f.eks. ske ved at der i rørlegemet er indført en varmestav, som er i direkte kontakt med

30 gassen, der strømmer i rørlegemet, og som afgiver varme til gassen. Alternativt kan varmetilførslen til gassen ske ved elektrisk tilledning til

rørlegemet. I trin 150 måles gassens temperatur T_2 ved hjælp af den anden temperaturmåler, dvs. ved udløbet fra rørlegemet. Den første og den anden temperaturmåler kan fordelagtigt være termometre.

- 5 I trin 160 bestemmes volumenprocenterne af de forskellige gaskomponenter i gassen (dvs. gassens sammensætning). Hvis gassen er en én-komponent-gas, er denne gas' volumenprocent naturligvis 100. Hvis gassen er en to-komponent-gas kan gassammensætningen bestemmes ved at måle volumenprocenten af den ene gas. Hvis det vides, at den ene gas er i
- 10 mætningstilstand, kan gaskomponentens volumenprocent alternativt bestemmes beregningsmæssigt (hvis gassens tryk og temperatur kendes); hermed kan det undgås at skulle måle volumenprocenten af nogen af gaskomponenterne. Hvis gassen består af tre gaskomponenter, hvoraf den ene er i mætningstilstand, kan gassammensætningen bestemmes ved at
- 15 måle én af gaskomponenternes volumenprocent og bestemme de resterende gaskomponenters volumenprocenter beregningsmæssigt. Hvis ingen af gaskomponenterne i tre-komponent-gassen er i mætningstilstand, skal der måles volumenprocenterne af to af gaskomponenterne for at bestemme gassens sammensætning. Dette kan generaliseres til at
- 20 gassammensætningen for en gas med X komponenter kan bestemmes ved at måle volumenprocenterne af $X-1$ gaskomponenter, hvis ingen af gaskomponenterne er i mætningstilstand, eller volumenprocenterne af $X-2$ gaskomponenter, hvis det vides at én gaskomponent er i mætningstilstand.
- 25 Ud fra målingerne af T_1 , T_2 og E og målingen og/eller bestemmelsen af volumenprocenterne af gaskomponenterne i gassen kan der løbende bestemmes (trin 170) en aktuel værdi for vægtprocenten af den første gas divideret med den samlede gas' varmekapacitet ($\text{vægt\%/}C_p$) som en funktion af de aktuelle temperaturer og volumenprocenten af den første gaskomponent.
- 30 Herudfra kan massestrømmen af den første gaskomponent bestemmes (trin 180). Rutediagrammet slutter i trin 50.

Et eksempel på en gas med flere gaskomponenter, hvoraf massestrømmen af den ene gaskomponent ønskes bestemt, kan være en biogas, dvs. en gas, som hovedsagelig består af CO_2 , H_2O og CH_4 og evt. en smule N_2 (alle på gasform). Biogas kan anvendes til varme- eller kraftvarmeproduktion og kan udvindes fra biogasanlæg. Det ønskes, at kunne måle mængden af methan i biogassen præcist, dels for at kunne følge med i rådningsprocessen i biogasanlægget og dels for at kunne give en præcis værdi for den energi-/effektproduktion, som methanet repræsenterer.

10

Typisk ønskes massestrømmen af CH_4 bestemt og hvis biogassen er vanddampmættet, kan de enkelte gaskomponenters volumenprocenter bestemmes (trin 160) ved måling af volumenprocenten af CH_4 og beregning af volumenprocenterne, idet vandets volumenprocent kan bestemmes direkte ud fra kendskabet til gassen er vanddampmættet og volumenprocenten af CO_2 kan beregnes, da CO_2 således udgør resten af gassen. Når aktuelle værdier for volumenprocenterne af gassens bestanddele kendes, kan gassens parametre, her i form af dens varmfylde og gaskomponenternes vægtprocenter bestemmes ud fra kendskabet til de enkelte gaskomponenters varmfylde og gaskonstanter (R_{CH_4} , R_{CO_2} og $R_{\text{H}_2\text{O}}$). Således kendes gassens sammensætning kontinuerligt og derfor kan massestrømmen af en enkelt eller flere gaskomponenter bestemmes med betydeligt større præcision end ved traditionelle fremgangsmåder, hvor det antages at gassens sammensætning og dermed også varmfylde er konstant.

25

Som beskrevet ovenfor, vil måleindretningerne anvendt til at udføre fremgangsmåden i figur 2 typisk være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden, og en beregningsenhed vil typisk være forbundet til lagerenheden og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden.

30

Figur 3 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler med en differenstrykmåler. Rutediagrammet i figur 3 viser således en udførelsesform for fremgangsmåden vist i figur 1. Som beskrevet i forbindelse med figur 1 og 2, vil måleindretningerne typisk være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden, og en beregningsenhed vil typisk være i forbindelse med lagerenheden, enten via ledninger eller trådløst, og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden

Rutediagrammet starter i trin 210 og i trin 220 ledes gassen ind i et rørlegeme, som er inkorporeret i forbindelse med røret. Dette rørlegeme kan blot være den del af røret, hvor måleindretningerne er placeret. I rørlegemet er indsat en differenstrykmåler i direkte kontakt med gassen; differenstrykmåleren måler trykfaldet ΔP over en restriktion (trin 230). I trin 240 bestemmes volumenprocenterne af de forskellige gaskomponenter i gassen. Trin 240 udføres som beskrevet ovenfor i forbindelse med trin 160 i figur 1. I trin 250 beregnes løbende den aktuelle vægtprocent for den eller de gaskomponenter, for hvilke massestrømmen ønskes bestemt.

Idet massefylden af den sammensatte gas varierer betydeligt som funktion af gassens temperatur og sammensætning er det af stor betydning for nøjagtigheden af massestrømsbestemmelsen, at den aktuelle gassammensætning bestemmes. For gasser med flere gaskomponenter, er der ikke en lineær sammenhæng mellem volumenprocenten og vægtprocenten af en gaskomponent i en sammensat gas, og således kan vægtprocenten af én gaskomponent godt variere, selv om volumenprocenten af den pågældende gaskomponent er konstant, idet de volumenprocenterne af de resterende gaskomponenter kan variere. Hvis gassammensætningen (dvs. volumenprocenterne af gassens komponenter) imidlertid kendes og de

5 enkelte gaskomponenters massefylde kendes, kan den aktuelle vægtprocent af de enkelte gaskomponenter bestemmes nøjagtigt. Når den aktuelle vægtprocent for den eller de gaskomponenter, for hvilke massestrømmen ønskes bestemt, er beregnet, kan massestrømmen for de pågældende gaskomponenter bestemmes ifølge gængse beregningsmetoder.

10 Det skal bemærkes, at gaskomponenternes massefylde tillige kan variere betydeligt med temperaturvariationer. Derfor kan fremgangsmåden udbygges (ikke vist) med en temperaturmåling således, at de aktuelle værdier for gaskomponenternes massefylde anvendes i bestemmelsen af massestrømmen af den eller de forskellige gaskomponenter. Alternativt, kan gassens temperatur indtastes i beregningsenheden, hvis det vides, at den ikke varierer væsentligt. Rutediagrammet slutter i trin 270.

15

Som beskrevet ovenfor, vil måleindretningerne typisk være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden, og en beregningsenhed vil typisk være i forbindelse med lagerenheden, enten via ledninger eller trådløst, og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden.

20

Figur 4 et rutediagram over en udførelsesform for fremgangsmåden ifølge opfindelsen, hvor fremgangsmåden anvendes med en massestrømsmåler med en hotwire. Rutediagrammet i figur 4 viser således en udførelsesform for fremgangsmåden vist i figur 1. En hotwire er et strømningsmåleinstrument med en elektrisk leder, hvis elektriske modstand er temperaturafhængig. Den elektriske leder anbringes i røret, vinkelret på gasstrømmens strømningsretning. Den elektriske leder påtrykkes en spænding samtidig med at strømstyrken måles. Den målte strømstyrke relateres til gasstrømmens hastighed jævnfør tabel- eller databaseopslag.

25

30

Rutediagrammet starter i trin 310 og i trin 320 ledes gassen ind i et rørlegeme, som er inkorporeret i forbindelse med røret. Dette rørlegeme kan blot være den del af røret, hvor måleindretningerne er placeret. I rørlegemet er der, som beskrevet ovenfor, indsat en hotwire i direkte kontakt med gassen. Som beskrevet i forbindelse med de foregående figurer, vil de forskellige måleindretninger typisk være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden, og en beregningsenhed vil typisk være i forbindelse med lagerenheden, enten via ledninger eller trådløst, og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden. Trin 330 består i at måle og lagre strømstyrken fra hotwiren og sammenholde denne med en kalibreringstabel, således at strømstyrken relateres til en given strømningshastighed af gassen. I trin 340 bestemmes volumenprocenten af den eller de gaskomponenter, som massestrømmen ønskes bestemt for. Typisk vil volumenprocenten af én eller flere af gaskomponenterne måles ved hjælp af en volumenprocentmåler som beskrevet ovenfor, således at gassens sammensætning i volumenprocent kendes. Når gassens komponenter og dens sammensætning kendes, kan de aktuelle værdier for de parametre for gassen, som skal anvendes til bestemmelse af massestrømmen af en eller flere gaskomponenter, bestemmes ud fra kendskabet (via f.eks. tabelopslag) til de tilsvarende parametre for gaskomponenterne. Sådanne parametre, som anvendes i beregningen af massestrømmen ifølge gængs beregningsmåder, kan være en eller flere af følgende: viskositet, varmekapacitet, varmeledningsevne, massefylde for de enkelte gaskomponenter eller for gassen.

Der kan i denne udførelsesform desuden være placeret en temperaturmåler ved rørlegemet, således at målingerne fra hotwiren og volumenprocentmåleren suppleres med en temperaturmåling for at øge nøjagtigheden (ikke vist).

Igen er det nye ved fremgangsmåden vist i figur 4 i forhold til traditionelle fremgangsmåder, at den aktuelle gassammensætning anvendes frem for en skønnet gassammensætning. Når den aktuelle gassammensætning kendes (og fortrinsvis også gassens temperatur og evt. også tryk), kan der anvendes
 5 aktuelle værdier for varmeledningsevne, varmekapacitet, viskositet og massefylde, hvilket bidrager til en betydeligt øget præcision i massestrømsbestemmelsen.

Det skal bemærkes, at selv om rutediagrammerne i figurerne 1 til 4 viser
 10 trinnene i en bestemt rækkefølge, vil disse trin typisk blive udført samtidigt og kontinuert. De måleindretninger, der anvendes til at udføre fremgangsmåderne vist i figurerne 1 til 4, vil typisk være i forbindelse med en lagerenhed, enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden, og en beregningsenhed vil typisk være i
 15 forbindelse med lagerenheden, enten via ledninger eller trådløst, og vil udføre beregningerne ifølge fremgangsmåden.

Figur 5 til 7 tre forskellige udførelsesformer for en massestrømsmåler ifølge opfindelsen og efter varmekapacitetsprincippet. I alle fire udførelsesformer
 20 omfatter massestrømsmåleren en række måleindretninger og i alle fire udførelsesformer er de forskellige måleindretninger forbundet til en lagerenhed (ikke vist), enten via ledninger eller trådløst, således at deres målinger lagres automatisk i lagerenheden og en beregningsenhed (ikke vist) er forbundet til lagerenheden, enten via ledninger eller trådløst, og vil udføre
 25 de beregninger, der er nødvendige til at bestemme massestrømmen. Måleindretningerne i de viste massestrømsmålere er indrettet til at foretage målinger løbende/kontinuert. I denne beskrivelse skal udtrykkene "løbende" og "kontinuert" opfattes som "med små mellemrum", f.eks. "med et sekunds mellemrum", "med et minuts mellemrum" evt. "med 10 minutters
 30 mellemrum", idet størrelsesordenen af meningen med udtrykkene "løbende"

og "kontinuerligt" skal ses i forhold til hyppigheden af variationer i de målte størrelser.

5 Figur 5 viser i tværsnit et eksempel på en massestrømsmåler 400, som omfatter et rørlegeme 410 med en indløbsåbning 411 og en udløbsåbning 412 og som er indrettet til måling af massestrømmen af methan i en gas bestående af flere komponenter, f.eks. en biogas bestående af H_2O , CO_2 , CH_4 .

10 Rørlegemet er indrettet til at være inkorporeret i et rør (ikke vist), hvor en gas indføres til rørlegemet 410 via indløbsåbningen 411, gennem rørlegemet 410 og udføres gennem udløbsåbningen 412, dvs. i pilenes retning. Omkring en del af rørets udvendige diameter er placeret et elektrisk varmeelement eller varmeveksler 420, som kan tilføre varme til rørlegemet 410 og derved til
15 gassen, som strømmer i rørlegemet. Rørstykket 410 og varmeveksleren 420 er omgivet af en isolerende måtte 430 for at mindske varmetab fra rørlegemet 410 og varmeelementet 420 til omgivelserne.

Ved rørlegemet 410's indløbsåbning 411 er placeret en temperaturmåler 460,
20 der måler gassens temperatur T_1 ved indløbet til massestrømsmåleren 400 og ved udløbsåbningen 412 er placeret en temperaturmåler 465, der måler gassens temperatur T_2 ved gassens udløb fra massestrømsmåleren 400. Endvidere er der omtrent midt på rørlegemet placeret to yderligere temperaturmålere, 461 hhv. 462, som måler temperaturen T_o ved rørlegemet
25 410's indvendige væg henholdsvis temperaturen T_u på ydersiden af den isolerende måtte 430. Endelig måler en volumenprocentmåler 440 volumenprocenten af methan (CH_4). I denne udførelsesform for massestrømsmåleren 400 måler en trykmåler 450 desuden trykket P ved rørlegemet 410's indløbsåbning 411.

Som nævnt ovenfor tilføres rørlegemet en given energimængde E_1 via elektrisk tilledning ved hjælp af varmeveksleren 420, hvilket giver anledning til en temperaturforskel ($\Delta T = T_o - T_u$) over den isolerende måtte 430. Ud fra denne temperaturforskel ΔT beregnes et varmetab E_2 , som finder sted. Ud
5 fra dette kan den varme- eller energimængde, som tilføres gassen, bestemmes, idet denne udgør $E_1 - E_2$.

Gassens sammensætning kan bestemmes ud fra målingen af volumenprocenten af methan og beregninger som beskrevet ovenfor. Herved
10 kan den aktuelle massefylde og varmeledningsevne for gassen beregnes. Idet der løbende kendes aktuelle værdier gassens sammensætning, temperatur (ved indløb og udløbsåbningerne), tryk (ved indløbsåbningen) og den energimængde, der tilføres gassen, kendes, kan massestrømmen af methan bestemmes nøjagtigt.

15
Figur 6 i tværsnit viser et eksempel på en udførelsesform for en massestrømsmåler 500, som omfatter et rørlegeme 510 med en indløbsåbning 511 og en udløbsåbning 512 og som er indrettet til måling af massestrømmen af methan i en gas bestående af flere komponenter, f.eks.
20 en biogas bestående af H_2O , CO_2 , CH_4 .

Rørlegemet 510 er indrettet til at være inkorporeret i et rør (ikke vist), hvor en gas indføres til rørlegemet 510 via indløbsåbningen 511, føres gennem rørlegemet 510 og udføres gennem udløbsåbningen 512, dvs. i pilenes
25 retning. Inde i rørlegemet 510 er placeret en varmestav 520, som er i direkte kontakt med den gas, der strømmer gennem rørlegemet og som derfor kan afgive varme til gassen. Rørstykket 510 er omgivet af en isolerende måtte 530 for at mindske varmetab fra rørlegemet 510 til omgivelserne.

30 Massestrømsmåleren omfatter også temperaturmålere 560, 561, 562 henholdsvis 565 til måling af gassens temperatur ved indløbsåbningen 511,

ved varmastaven 520, ved ydersiden af den isolerende måtte 530 henholdsvis ved udløbsåbningen 512. I en alternativ udførelsesform kan temperaturmåleren 562 undværes, idet det under visse omstændigheder kan antages at varmeafgivelsen til omgivelserne er tæt på nul eller varmetabet
5 kan skønnes. Endelig omfatter massestrømsmåleren en volumenprocentmåler 540 til måling af volumenprocenten af f.eks. methan, samt en trykmåler 550.

Varmestaven afgiver en kendt energimængde til gassen i
10 massestrømsmåleren; den energimængde, der tabes gennem isoleringen kan beregnes ud fra temperaturmålingerne og hermed kan den energimængde som gassen optager bestemmes. Som beskrevet i forbindelse med figur 5, kan massestrømmen af methan nu bestemmes nøjagtigt, idet der løbende bestemmes aktuelle værdier for gassens
15 sammensætning, temperatur (ved indløb og udløbsåbningerne), tryk (ved indløbsåbningen) og den energimængde, der tilføres gassen.

I de udførelsesformer, der er vist i figur 5 og 6, kan massestrømsmåleren være en rørdel, som er indrettet til at blive indsat i et rør og som i det
20 væsentlige har samme indvendige diameter som røret. Alternativt kunne det tænkes, at massestrømsmåleren bestående af måleindretninger, varmeveksler og isolerende måtte er placeret omkring og/eller i et eksisterende rør.

25 Figur 7 viser i delvist tværsnit endnu et eksempel på en udførelsesform for en massestrømsmåler 600, som omfatter et rørlegeme 610, som er indrettet til måling af massestrømmen af methan i en gas bestående af flere komponenter, f.eks. en biogas bestående af H_2O , CO_2 , CH_4 . Omkring rørlegemet 610 er en isolering 630 og i rørlegemet 610 er placeret en
30 varmastav 620.

Som i de udførelsesformer, der er beskrevet i forbindelse med figur 5 og 7, omfatter massestrømsmåleren en række måleindretninger, nemlig en trykmåler 635 og en temperaturmåler 660 ved indløbet til massestrømsmåleren 600, en volumenprocentmåler 640 og en
 5 temperaturmåler 665 ved udløbet fra massestrømsmåleren 600 samt to temperaturmålere 661, 662 omtrent midt på massestrømsmåleren 600.

I denne udførelsesform er massestrømsmåleren 600 indrettet til at blive påsat et rør 700, hvori en gas strømmer, som en forgrening.
 10 Massestrømsmåleren 600 er forbundet til røret 700 via to T-stykker 720 og forbindende rørstykker 711, 712. Et T-stykke 720 forbinder røret 700 med et rørstykke 711, som er i forbindelse med massestrømsmåleren 600's indløbsåbning 611. Det andet T-stykke 720 forbinder røret 700 med et rørstykke 712, som er i forbindelse med massestrømsmåleren 600's
 15 udløbsåbning 612. Spærre- eller lukkemekanismer 710, såsom spærreventiler, regulerer hvorvidt gassen strømmer gennem røret 700 eller gennem massestrømsmåleren. En spærremekanisme 710 er placeret på røret 700 mellem de to T-stykker 720 og kan således enten spærre for eller tillade gassens passage gennem rørstykket 700 mellem de to T-stykker 720.
 20 Endnu en spærremekanisme 710 er placeret mellem det opstrøms T-stykke 720 og rørstykket 711. Hvis denne spærremekanisme er åben muliggøres gassens passage gennem massestrømsmåleren. Endvidere kan endnu en spærremekanisme være tilvejebragt mellem rørstykket 712 og det nedstrøms T-stykke 720 for at undgå at gas kan strømme ind i massestrømsmåleren via
 25 rørstykket 712 og massestrømsmåleren 600's udløbsåbning 712, når der er gaspassage gennem spærremekanismen 710 på røret 700.

Som nævnt tidligere kan massestrømsmålerne vist i figurerne 5 til 7 anvendes til at bestemme massestrømmen af en eller flere komponenter i en
 30 gas med flere komponenter. Et eksempel, der er omtalt ovenfor, er måling af massestrømmen af methan fra biogasanlæg, hvor gassen typisk omfatter

mættet vanddamp, CO_2 og CH_4 og hvor der således blot skal foretages én volumenprocentmåling, nemlig på CH_4 i eksemplerne ovenfor. Et andet eksempel for anvendelse af massestrømsmålerne er til måling af massestrømmen af CO_2 fra bryggerier, hvilken måling kan anvendes til
 5 overvågning af processen i bryggeriet. Imidlertid kan den beskrevne fremgangsmåde og massestrømsmåler anvendes til at måle massestrømmen af en vilkårlig komponent i en gas med en eller flere komponenter.

- 10 Nedenfor er angivet et eksempel på en måde at beregne massestrømmen af methan i en biogas ved hjælp af massestrømsmåleren vist i figurerne 5 til 7.

Det antages, at der anvendes en massestrømsmåler som vist i figur 5 og at gassen er en biogas bestående af H_2O , CO_2 , CH_4 , hvor gassens temperatur
 15 ved indløbet til massestrømsmåleren er T . Biogassen føres gennem massestrømsmåleren og opvarmes i løbet af passagen Δt [Kelvin] igennem varmeveksleren 461. Der tages udgangspunkt i en tør gas, dvs. $\text{vol}\%_{\text{tørCO}_2} = 100\% - \text{vol}\%_{\text{tørCH}_4}$, hvor $\text{vol}\%_{\text{tørCO}_2}$ og $\text{vol}\%_{\text{tørCH}_4}$ er volumenprocenterne af CO_2 henholdsvis af CH_4 i en tør gas. Imidlertid er biogassen i vandmættet
 20 tilstand, hvor det mættede vanddampstryk $P_{\text{dm}} \approx 5,21 \cdot 10^{-12} \cdot (T-178,7)^{7,12}$ [Pa].

Når P er trykket ved massestrømsmålerens indløb, er volumenprocenterne af gassens komponenter således givet ved:

$$\text{Vol}\%_{\text{CH}_4} = \text{vol}\%_{\text{tørCH}_4} (1 - P_{\text{dm}}/P),$$

25 $\text{Vol}\%_{\text{CO}_2} = \text{vol}\%_{\text{tørCO}_2} (1 - P_{\text{dm}}/P),$

$$\text{Vol}\%_{\text{H}_2\text{O}} = 100 \cdot P_{\text{dm}}/P.$$

Den til opvarmningen tilførte effekt er E [watt], hvor sammenhængen mellem massestrømmen \dot{m} [kg/s] og den tilførte effekt E er givet ved:

30 $E = \dot{m} \cdot C_{p,\text{gas}} \cdot \Delta t$, hvor $C_{p,\text{gas}}$ er gasblandings varmekapacitet [J/kg·K].

Massestrømmen af methan, \dot{m}_{CH_4} [kg/s], kan derefter bestemmes som: $\dot{m}_{CH_4} = \dot{m} \cdot \text{vægt}\%_{CH_4}/100$, hvor $\text{vægt}\%_{CH_4}$ er methans vægtprocent af gasblandingen. Således er massestrømmen af methan givet ved:

$$\dot{m}_{CH_4} = \frac{E}{\Delta t} \cdot \frac{\text{vægt}\%_{CH_4}}{C_{p,gas} \cdot 100} \quad (1)$$

- 5 Det er hensigtsmæssigt at udtrykke $\text{vægt}\%_{CH_4}$ som en funktion af gassens temperatur og volumenprocenten af methan i den samlede gas, idet dette er størrelser, der kan måles direkte.

- 10 Sammenhængen mellem methanens volumenprocent og vægtprocent bestemmes først. Idet det er velkendt, at:

$$\text{vægt}\%_{CH_4} = \frac{\frac{\text{vol}\%_{CH_4}}{R_{CH_4}} \cdot 100}{\frac{\text{vol}\%_{CH_4}}{R_{CH_4}} + \frac{\text{vol}\%_{CO_2}}{R_{CO_2}} + \frac{\text{vol}\%_{H_2O}}{R_{H_2O}}} \quad (2)$$

- hvor $R_{CH_4} = 518,7 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ er methans gaskonstant,
 $R_{CO_2} = 189,0 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ er kuldioxids gaskonstant, og
 $R_{H_2O} = 461,5 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ er vands gaskonstant,
 15 og hvor $\text{vol}\%_{CO_2}$ og $\text{vol}\%_{H_2O}$ er volumenprocenten af henholdsvis kuldioxid og vand.

Varmedyden for den samlede gas, $C_{p,gas}$, kan udtrykkes som:

$$C_{p,gas} = \frac{C_{p,CH_4} \cdot \frac{\text{vol}\%_{CH_4}}{R_{CH_4}} + C_{p,CO_2} \cdot \frac{\text{vol}\%_{CO_2}}{R_{CO_2}} + C_{p,H_2O} \cdot \frac{\text{vol}\%_{H_2O}}{R_{H_2O}}}{\frac{\text{vol}\%_{CH_4}}{R_{CH_4}} + \frac{\text{vol}\%_{CO_2}}{R_{CO_2}} + \frac{\text{vol}\%_{H_2O}}{R_{H_2O}}} \quad (3)$$

20

Ligning (3) og (4) giver tilsammen:

$$\frac{\text{vægt}\%_{CH_4}}{C_{p,gas}} = \frac{100 \cdot \text{vol}\%_{CH_4}}{C_{p,CH_4} \cdot \text{vol}\%_{CH_4} + C_{p,CO_2} \cdot \text{vol}\%_{CO_2} \cdot \frac{R_{CH_4}}{R_{CO_2}} + C_{p,H_2O} \cdot \text{vol}\%_{H_2O} \cdot \frac{R_{CH_4}}{R_{H_2O}}}$$

(4)

hvor det er almindelig kendt, at:

$$C_{p,CH_4} = 1180 + 3,464 \cdot (T + \Delta t/2) \text{ [J/kg} \cdot \text{K]} \quad (4a)$$

$$C_{p,CO_2} = 1541 - \frac{3,452 \cdot 10^5}{T + \frac{\Delta t}{2}} + \frac{4,410 \cdot 10^7}{(T + \frac{\Delta t}{2})^2} \text{ [J/kg} \cdot \text{K]} \quad (4b)$$

$$5 \quad C_{p,H_2O} = 4614 - \frac{3,452 \cdot 10^5}{(T + \frac{\Delta t}{2})^{0,5}} + \frac{9,684 \cdot 10^5}{(T + \frac{\Delta t}{2})^2} \text{ [J/kg} \cdot \text{K]} \quad (4c)$$

Når værdierne for gaskonstanterne indsættes i ligning (4) fås:

$$\frac{vægt\%_{CH_4}}{C_{p,gas}} = \frac{100 \cdot vol\%_{CH_4}}{C_{p,CH_4} \cdot vol\%_{CH_4} + C_{p,CO_2} \cdot vol\%_{CO_2} \cdot 2,744 + C_{p,H_2O} \cdot vol\%_{H_2O} \cdot 1,124} \quad (5)$$

10

Som tilnærmet funktion kan anvendes:

$$\frac{vægt\%_{CH_4}}{C_{p,gas}} = K_1 \cdot T^\alpha \cdot vol\%_{CH_4}^\beta \quad (6)$$

For at bestemme værdierne for konstanterne i ligning (6), dvs. for K_1 , α og β
15 fastlægges et typisk arbejdsområde:

Det antages i det følgende, at $\Delta t = 10^\circ\text{C}$, trykket $P = 1,033 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ og at den
mindste temperatur, T_{\min} , og den største temperatur, T_{\max} , er henholdsvis
281 K (= 8°C) og 328 K (= 55°C). Således er udtrykket $T + \Delta t/2$ lig med
20 henholdsvis 286 K og 333 K. Værdierne for varmekapaciteterne for de enkelte
gaskomponenter er givet ved ligningerne (4a) til (4c). Således er C_{p,CH_4} lig
med 2171 J/kg·K ved 286 K og 2333 J/kg·K ved 333 K; C_{p,CO_2} er 840 J/kg·K
ved 286 K og 878 J/kg·K ved 333 K; og C_{p,H_2O} er 1889 J/kg·K ved 286 K og
1859 J/kg·K ved 333 K. Desuden antages, at volumenprocenten $vol\%_{tørCH_4}$
25 kan være lig med 50% eller 70%, og der fås således fire målepunkter (nemlig

$T = 281 \text{ K}$ og $\text{vol\%}_{\text{tørCH}_4} = 50\%$; $T = 281 \text{ K}$ og $\text{vol\%}_{\text{tørCH}_4} = 70\%$; $T = 328 \text{ K}$ og $\text{vol\%}_{\text{tørCH}_4} = 50\%$; samt $T = 328 \text{ K}$ og $\text{vol\%}_{\text{tørCH}_4} = 70\%$).

- 5 Når værdierne for disse fire målepunkter indsættes i ligning (5) og når ligning (5) sættes lig med ligning (6), fås for ligning (6) tilnærmelsen:

$$\frac{\text{vægt\%}_{\text{CH}_4}}{C_{p,\text{gas}}} = \frac{\text{vol\%}_{\text{CH}_4}}{T^{0,25} \cdot 544} \quad (7)$$

Indsættes ligning (7) i ligning (1) fås:

$$\dot{m}_{\text{CH}_4} = \frac{E}{\Delta t} \cdot \frac{\text{vol\%}_{\text{CH}_4}}{T^{0,25} \cdot 544} \quad (8)$$

10

- Ligning (8) udtrykker således massestrømmen af methan udtrykt ved den energi E , der tilføres til gassen, gassens temperaturforskel mellem indløbet til og udløbet fra massestrømsmåleren, temperaturen samt volumenprocenten af methan. Det skal bemærkes, at regneeksemplet ovenfor blot er et eksempel på en måde at bestemme massestrømmen af methan beregningsmæssigt ud fra målinger. Andre beregningsmetoder kan være anvendelige også, så længe de tager højde for gassens aktuelle temperatur og sammensætning.
- 15

PATENTKRAV**PVS**

1. Fremgangsmåde til måling af massestrøm af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere kendte gaskomponenter, hvilken gas strømmer i et rør, hvor der er placeret en eller flere måleindretninger (440, 450, 460, 461, 462, 465; 540, 550, 560, 561, 562, 565; 635, 640, 660, 661, 662, 665) i tilslutning til røret, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin:
- bestemmelse af en eller flere af gassens parametre ved hjælp af måleindretningen/måleindretningerne (440, 450, 460, 461, 462, 465; 540, 550, 560, 561, 562, 565; 635, 640, 660, 661, 662, 665),
 - bestemmelse af massestrømmen af den ene gaskomponent ved hjælp af bestemmelsen af den ene eller de flere af gassens parametre,
- kendetegnet ved, at**
- bestemmelsen af en eller flere af gassens parametre omfatter en kontinuerlig bestemmelse af alle de af gassens parametre, som anvendes i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent og som kan variere betydeligt som funktion af gassens sammensætning, tryk og/eller temperatur.
2. Fremgangsmåde ifølge krav 1, kendetegnet ved, at der i forbindelse med røret er inkorporeret et rørlegeme (410; 510; 610), som er omgivet af et isolerende materiale (430; 530; 630), og hvor fremgangsmåden yderligere omfatter følgende trin:
- tilførsel af en given mængde energi E til gassen i rørlegemet (410; 510; 610).
3. Fremgangsmåde ifølge krav 2, kendetegnet ved, at den/de måleindretninger (440, 450, 460, 461, 462, 465; 540, 550, 560, 561, 562,

- 565; 635, 640, 660, 661, 662, 665), som anvendes til bestemmelse af en eller flere af gassens parametre, omfatter en volumenprocentmåler (440; 540; 640) og to temperaturmålere (460, 465; 560, 565; 660, 665), hvor volumenprocentmåleren (440; 540; 640) er placeret i eller i umiddelbar nærhed af rørlegemet (410; 510; 610) og hvor den ene temperaturmåler (460; 560; 660) er placeret ved indløbet til rørlegemet (410; 510; 610) og den anden temperaturmåler (465; 565; 665) er placeret ved udløbet fra rørlegemet (410; 510; 610).
- 5
- 10 4. Fremgangsmåde ifølge krav 2 eller 3, kendetegnet ved, at trinnet med bestemmelse af en eller flere af gassens parametre ved hjælp af måleindretninger, omfatter:
- bestemmelse af gassens temperatur T_1 ved indløbet til rørlegemet, og
 - bestemmelse af gassens temperatur T_2 ved udløbet fra rørlegemet.
- 15
5. Fremgangsmåde ifølge et hvilket som helst af kravene 2 til 4, kendetegnet ved, at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, består af gassammensætningen samt gassens temperatur T_1 ved indløbet til rørlegemet og gassens
- 20 temperatur T_2 ved udløbet fra rørlegemet.
6. Fremgangsmåde ifølge krav 1, kendetegnet ved, at måleindretningerne omfatter en differenstrykmåler (450; 550; 640) og en volumenprocentmåler (440; 540; 640) og ved at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen af den første
- 25 gaskomponent, omfatter trykdifferens over en restriktion samt den første gaskomponents volumenprocent.
7. Fremgangsmåde ifølge krav 6, kendetegnet ved at måleindretningerne desuden omfatter en temperaturmåler (460, 461, 462, 465; 560, 561, 562, 565; 660, 661, 662, 665) og at de af gassens parametre, som bestemmes
- 30

kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent, desuden omfatter gassens temperatur.

5 8. Fremgangsmåde ifølge krav 6 eller 7, kendetegnet ved, at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, omfatter gassens massefylde.

10 9. Fremgangsmåde ifølge krav 1, kendetegnet ved, at måleindretningerne omfatter en hotwire og en volumenprocentmåler.

10. Fremgangsmåde ifølge krav 9, kendetegnet ved, at måleindretningerne desuden omfatter en temperaturmåler.

15 11. Fremgangsmåde ifølge krav 9 eller 10, kendetegnet ved, at de af gassens parametre, som bestemmes kontinuerligt og som indgår i bestemmelsen af massestrømmen, omfatter én eller flere af følgende: gassens viskositet, gassens varmekapacitet, gassens varmeledningsevne, gassens massefylde og gassens temperatur, den første gaskomponents volumenprocent.

20 12. Anvendelse af fremgangsmåden ifølge ét af kravene 1 til 11 til bestemmelse af massestrømmen af en første gaskomponent, som er i mætningstilstand.

25 13. Anvendelse af fremgangsmåden ifølge krav 12, hvor den første gaskomponent, som er i mætningstilstand, er vanddamp

30 14. Anvendelse af fremgangsmåden ifølge ét af kravene 1 til 11 til bestemmelse af massestrømmen af en første gaskomponent i en biogas.

15. Massestrømsmåler til måling af massestrøm af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere kendte gaskomponenter, hvor massestrømsmåleren udfører fremgangsmåden ifølge ét af kravene 1 til 11.
- 5 16. Massestrømsmåler ifølge krav 15, hvor massestrømsmåleren omfatter et rørlegeme (410; 510; 610) omgivet af et isolerende materiale (430; 530; 630), hvilket rørlegeme (410; 510; 610) er indrettet til at blive forbundet med et rør, hvori en gas strømmer, hvilket rørlegeme (410; 510; 610) har et indløb (411; 511; 611) og et udløb (412; 512; 612) for den strømmende gas, midler (420; 520; 620) til tilførsel af energi til gas i rørlegemet (410; 510; 610), en
- 10 temperaturmåler (460; 560; 660) ved rørlegemets indløb (411; 511; 611), en temperaturmåler (465; 565; 665) ved rørlegemets udløb (412; 512; 612) og en volumenprocentmåler (440; 540; 640).

SAMMENDRAG

Denne opfindelse angår en fremgangsmåde til måling af massestrøm af en første gaskomponent i en gas bestående af en eller flere kendte gaskomponenter. Typisk har sådanne fremgangsmåder forudsat at visse parametre var konstante, såsom gassens sammensætning, tryk og/eller temperatur, ligesom gassens varmekapacitet, massefylde, mv., har været antaget at kunne fastsættes til en konstant værdi. Imidlertid har det vist sig at bestemmelsen af massestrømmen er forbundet med forholdsvis stor måleusikkerhed, hvis det antages at parametrene er konstante. Opfindelsens kerne består i denne erkendelse samt en fremgangsmåde, hvori alle de af gassens parametre, som anvendes i bestemmelsen af massestrømmen af den første gaskomponent og som kan variere betydeligt som funktion af gassens sammensætning, tryk og/eller temperatur, bestemmes kontinuerligt.

(fig. 5 ønskes offentliggjort)

Modtaget
23 FEB. 2004

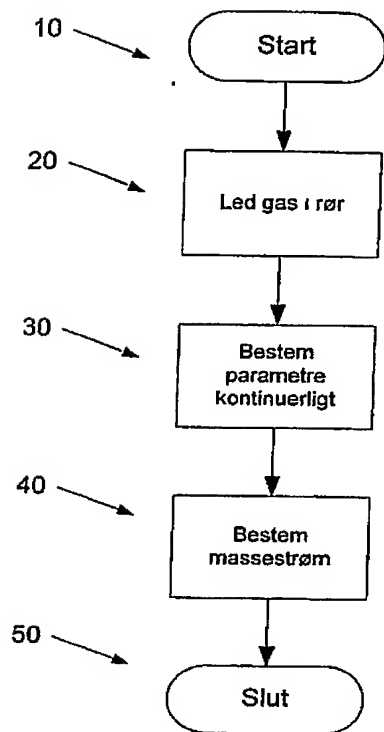


Fig. 1

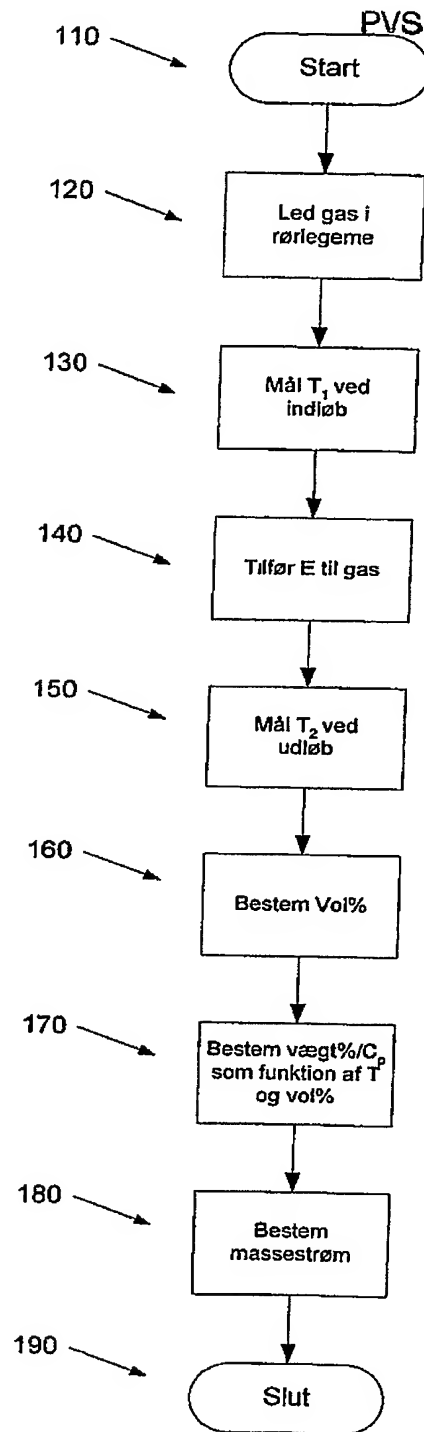


Fig. 2

PVS

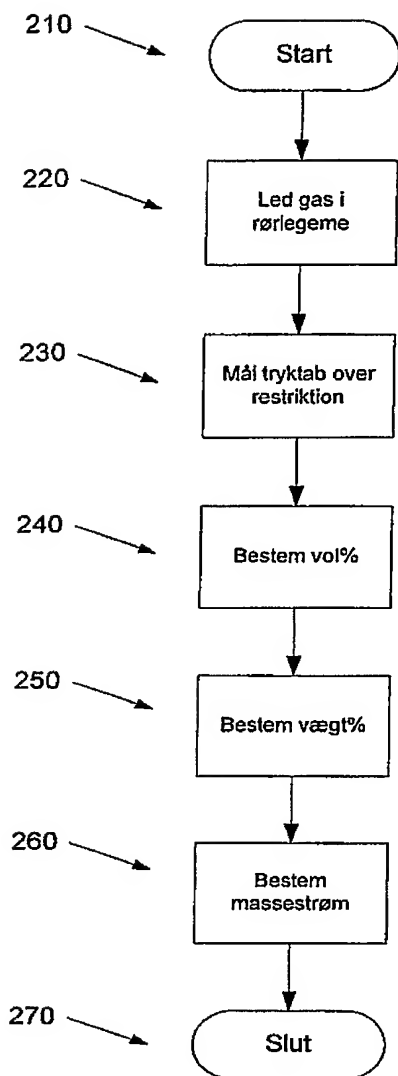


Fig. 3

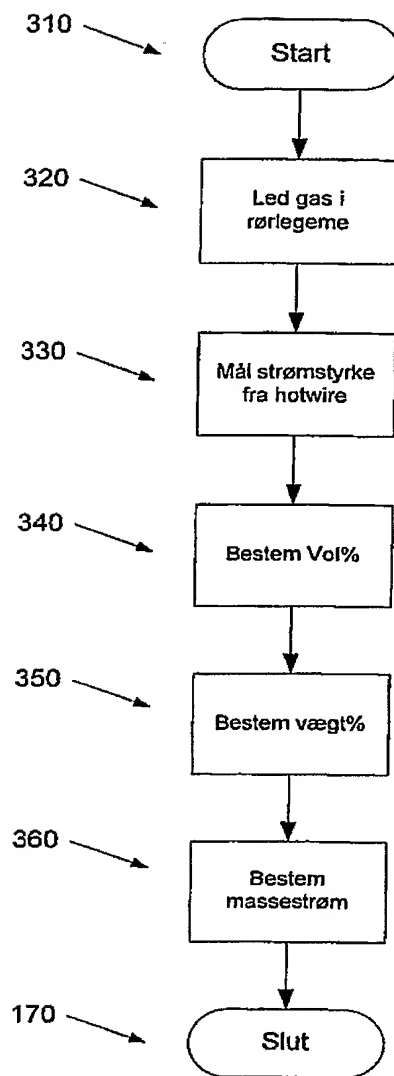


Fig. 4

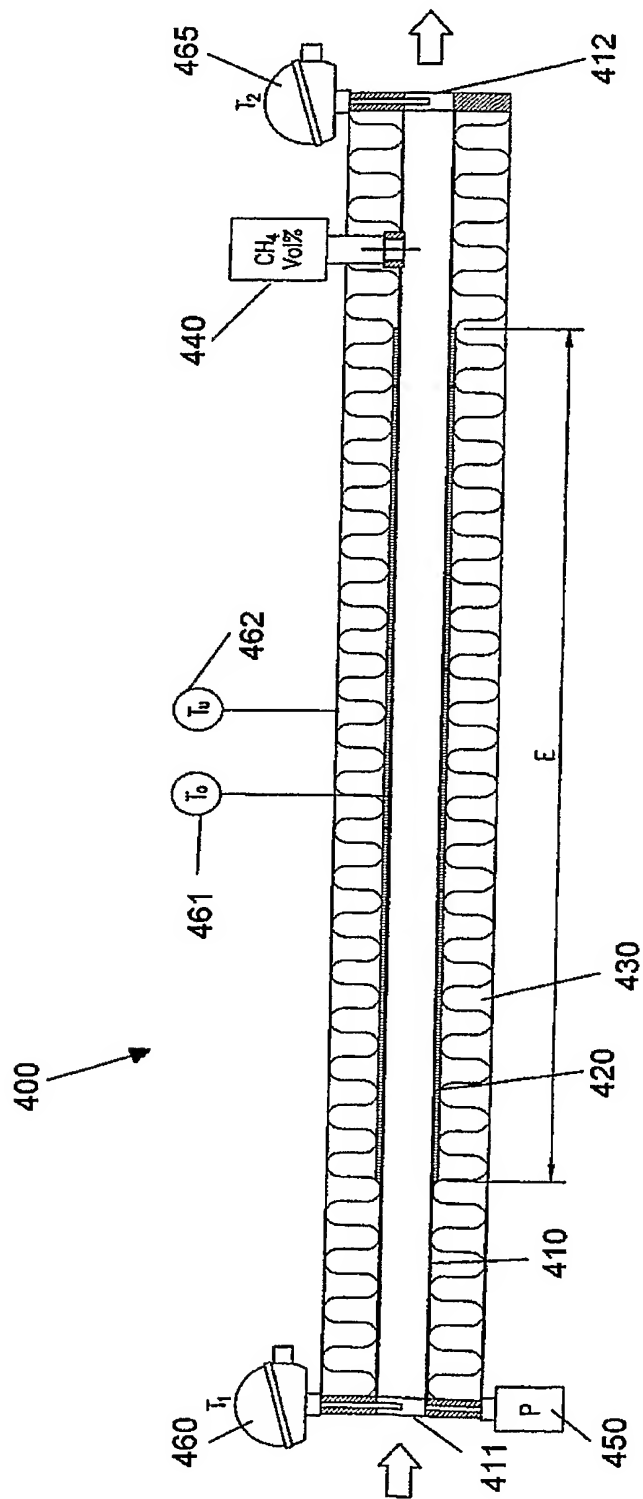


Fig. 5

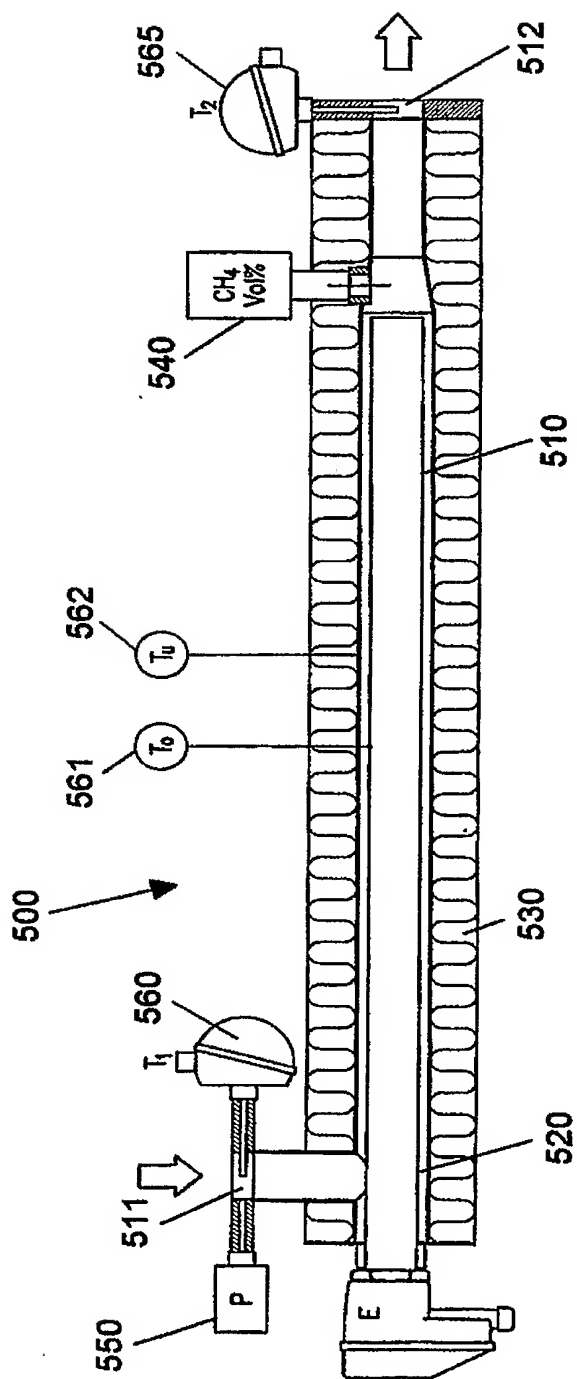


Fig. 6

Modtaget
23 F.V. 000
PVS

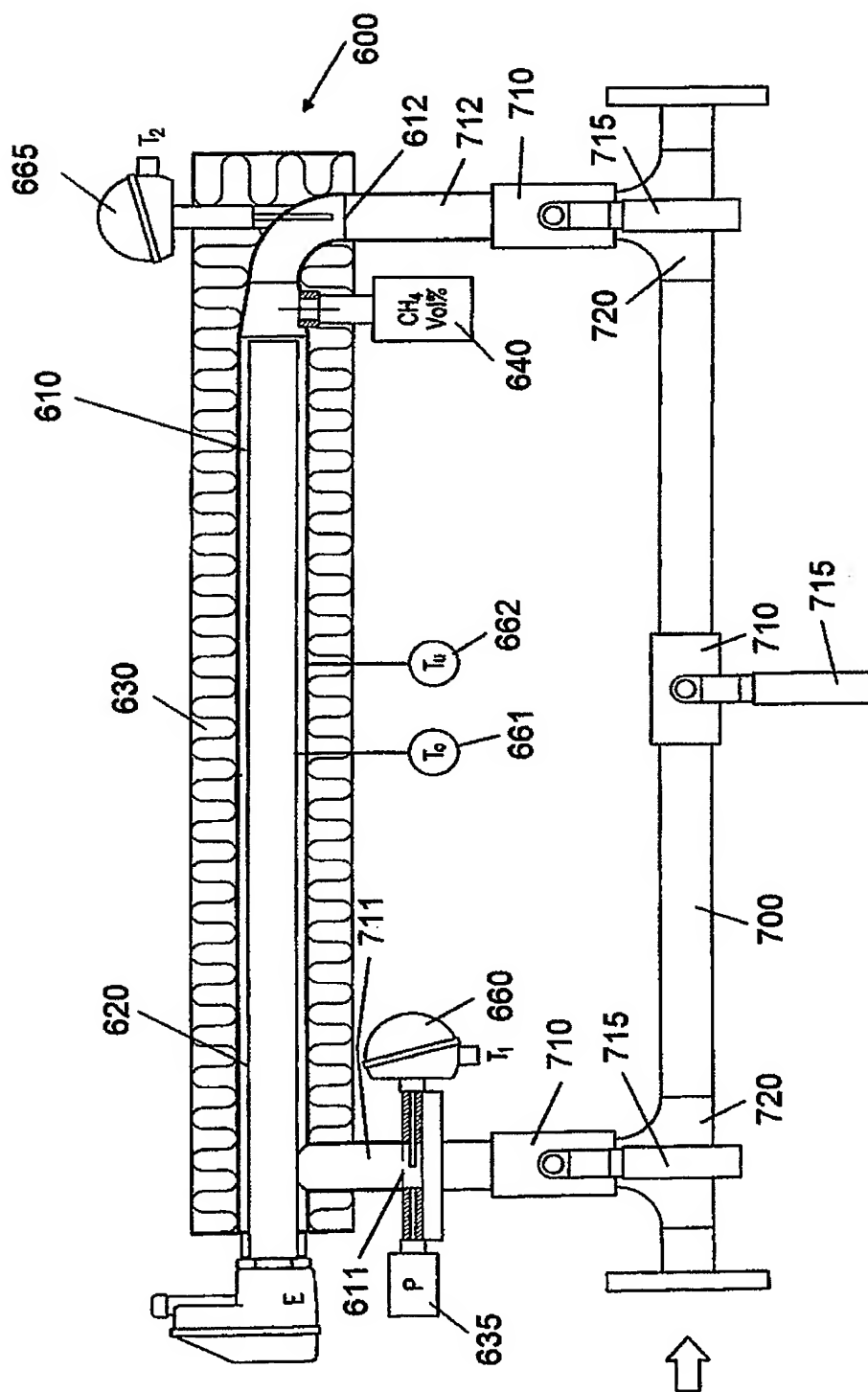


Fig. 7